



Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

(73) Patentinhaber:

Siemens AG, 80333 München, DE

(72) Erfinder:

Kuttner, Franz, St. Ulrich, AT

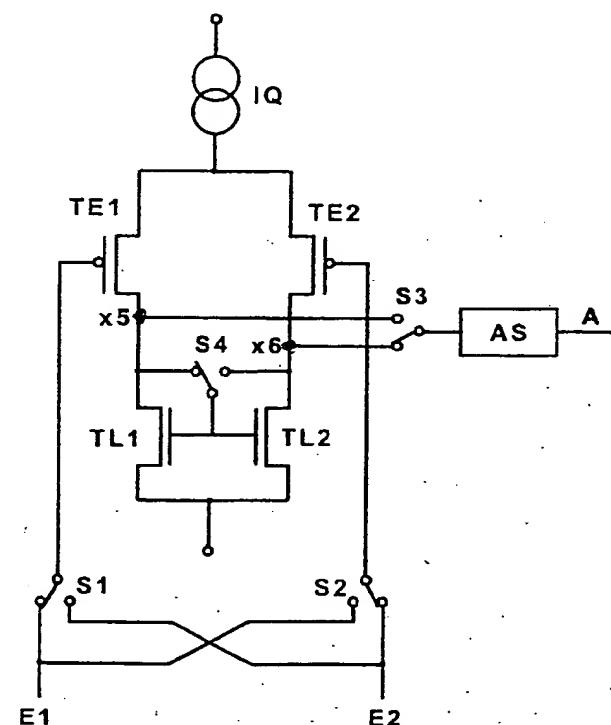
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 41 24 427 C2
EP 06 61 616 A2

TIETZE-SCHENK, Halbleiterschaltungstechnik,
10. Aufl. 1994, S. 558;

(54) Bandgap-Referenzspannungsquelle und Verfahren zum Betreiben derselben

(57) Es werden eine Bandgap-Referenzspannungsquelle mit einem insbesondere zur Temperaturkompensation vorgesehenen Operationsverstärker und ein Verfahren zum Betreiben derselben beschrieben. Die Bandgap-Referenzspannungsquelle ist dazu ausgelegt, daß die Eingangssignale (E1, E2) des Operationsverstärkers oder dessen Eingangsstufen (TE1, TL1; TE2, TL2) vertauschbar sind und/oder das Ausgangssignal (A) des Operationsverstärkers wahlweise basierend auf dem Potential eines Knotenpunktes (x5) einer ersten Eingangsstufe (TE1, TL1) oder dem Potential eines Knotenpunktes (x6) einer zweiten Eingangsstufe (TE2, TL2) erzeugbar ist.



leiterschaltungstechnik, 10. Auflage, 1994, Seiten 558 ff entnommen werden. Dort wird ein Operationsverstärker zum Vergleich zweier Spannungen eingesetzt, die den Basis-Emitter-Spannungen zweier Bipolartransistoren proportional ist. Eine andere Bandgap-Referenzspannungsquelle, von der im Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. 7 ausgegangen ist, ergibt sich aus EP 0 661 616, wo die erzeigte Spannungsreferenz einen Verstärker mit hohem Verstärkungsfaktor zugeführt wird. Das so verstärkte Signal wird einem Spannungsregulierer zugeführt, der die Versorgungsspannung der Schaltung zur Erzeugung der Bandgap-Spannungsreferenz reguliert. Schließlich ist aus DE 41 24 427 eine Bandgap-Referenzspannungsquelle bekannt geworden, bei der durch Einstellen eines Kanalwiderstandsverhältnisses eine verbesserte Unabhängigkeit gegenüber Temperatureinflüssen erzielt wird.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Bandgap-Referenzspannungsquelle gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 bzw. das Verfahren zum Betreiben einer Bandgap-Referenzspannungsquelle gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 7 derart weiterzubilden, daß die Bandgap-Referenzspannungsquelle in der Lage ist, unterbrechungsfrei eine unter allen Umständen temperatur- und offsetkompensierte Referenzspannung auszugeben.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 beanspruchten Merkmale bzw. durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 7 beanspruchten Merkmale gelöst.

Demnach ist vorgesehen,

- daß die Bandgap-Referenzspannungsquelle eine Schalteinrichtung enthält, welche derart ausgebildet ist, daß durch deren Betätigung die Eingangssignale des Operationsverstärkers oder dessen Eingangsstufen vertauschbar sind und/oder das Ausgangssignal des Operationsverstärkers wahlweise basierend auf dem Potential eines Knotenpunktes einer ersten Eingangsstufe oder dem Potential eines Knotenpunktes einer zweiten Eingangsstufe erzeugbar ist (kennzeichnender Teil des Patentanspruchs 1) bzw.
- daß die Bandgap-Referenzspannungsquelle zyklisch zwischen zwei Zuständen hin- und hergeschaltet wird, wobei im ersten Zustand ein erstes Eingangssignal des Operationsverstärkers an eine erste Eingangsstufe desselben angelegt wird, ein zweites Eingangssignal des Operationsverstärkers an eine zweite Eingangsstufe desselben angelegt wird, und/oder das Ausgangssignal des Operationsverstärkers basierend auf dem Potential eines Knotenpunktes der zweiten Eingangsstufe erzeugt wird, und wobei im zweiten Zustand das erste Eingangssignal des Operationsverstärkers an die zweite Eingangsstufe desselben angelegt wird, das zweite Eingangssignal des Operationsverstärkers an die erste Eingangsstufe desselben angelegt wird, und/oder das Ausgangssignal des Operationsverstärkers basierend auf dem Potential eines Knotenpunktes der ersten Eingangsstufe erzeugt wird (kennzeichnender Teil des Patentanspruchs 7).

Das Umschalten der Schalteinrichtung bewirkt eine vorzeichen- und/oder betragsmäßige Variation der Auswirkungen der Offset-Ursache auf das Ausgangssignal des Operationsverstärkers (die zu erzeugende Referenzspannung).

Führt man das Umschalten wiederholt durch und filtert die dadurch hervorgerufenen Schwankungen im Ausgangssignal der Operationsverstärkers durch einen geeigneten Filter (beispielsweise einen Tiefpaß-Filter) aus, so erhält man im Ergebnis eine weniger oder überhaupt nicht mehr vom Offset des Operationsverstärkers beeinflußte Referenzspannung.

Es wurden mithin eine Bandgap-Referenzspannungsquelle und ein Verfahren zum Betreiben einer Bandgap-Referenzspannungsquelle geschaffen, durch die es auf relativ einfache Weise möglich ist, eine unter allen Umständen temperatur- und offsetkompensierte Referenzspannung unterbrechungsfrei zu erzeugen.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 den Schalplan eines hinsichtlich der Offsetkompensation zentrale Bedeutung aufweisenden Teils der erfindungsgemäßen Bandgap-Referenzspannungsquelle,

Fig. 2 den Schaltungsteil gemäß Fig. 1 in einem umgeschalteten Zustand, und

Fig. 3 den prinzipiellen Aufbau einer Bandgap-Referenzspannungsquelle.

Die im folgenden näher beschriebene Bandgap-Referenzspannungsquelle ist Bestandteil einer CMOS-Schaltung.

Die angestrebte Offsetkompensation wird dadurch erreicht, daß zyklisch wechselnd die in den Fig. 1 und 2 dargestellten Zustände hergestellt werden.

Die Fig. 1 und 2 zeigen Teile des Operationsverstärker und dessen Zu- und Ableitungen; diejenigen Teile des Operationsverstärkers, welche für die folgenden Erläuterungen nicht oder jedenfalls nicht von wesentlicher Bedeutung sind, also beispielsweise die Bias-Schaltung und die Startup-Schaltung des Operationsverstärkers sind in den Figuren nicht dargestellt.

Der gezeigte Operationsverstärker ist zur Eingabe eines ersten Eingangssignals E1 und eines zweiten Eingangssignals E2 und zur Ausgabe eines Ausgangssignals A ausgelegt.

Der Operationsverstärker, genauer gesagt der dargestellte Teil desselben besteht aus ersten und zweiten Eingangstransistoren TE1 und TE2, ersten und zweiten Lasttransistoren TL1 und TL2 und einer Ausgangsstufe AS, welche wie in den Fig. 1 und 2 gezeigt verschaltet sind; der Operationsverstärker wird von einer Stromquelle IQ mit Energie versorgt.

Der erste Eingangstransistor TE1 und der erste Lasttransistor TL1 bilden eine erste Eingangsstufe (eine Eingangsstufe für das eine der Operationsverstärker-Eingangssignale), und der zweite Eingangstransistor TE2 und der zweite Lasttransistor TL2 bilden eine zweite Eingangsstufe (eine Eingangsstufe für das andere der Operationsverstärker-Eingangssignale). Zwischen dem ersten Eingangstransistor TE1 und dem ersten Lasttransistor TL1 befindet sich ein erster Knotenpunkt x5, und zwischen dem zweiten Eingangstransistor TE2 und dem zweiten Lasttransistor TL2 befindet sich ein zweiter Knotenpunkt x6.

Die Eingangssignale E1 und E2 werden an die Gateanschlüsse der Eingangstransistoren TE1 und TE2 angelegt, und das Ausgangssignal ist das von der Ausgangsstufe ausgegebene Signal.

Bei herkömmlichen Bandgap-Referenzspannungsquellen werden bzw. sind

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

vorgesehen werden.

Der Takt, in dem die Schalter S1 bis S4 ungeschaltet werden, hat vorzugsweise ein symmetrisches Tastverhältnis. Das erwähnte Filter (beispielsweise ein Tiefpaßfilter) soll insbesondere Störungen, die taktfrequent sind oder bei ganzzahligen Vielfachen der Taktfrequenz auftreten, wegfiltern. Derartige Filter sind äußerst einfach (beispielsweise als RC-Fil-
ter) realisierbar.

5

Bezugszeichenliste

A Ausgangssignal	10
AS Ausgangsstufe	
E1, E2 Eingangssignale	
IQ Stromquelle	
R1 bis R3 Widerstände	
S1 bis S4 Schalter	15
T1, T1 Transistoren	
TE1, TE2 Eingangstransistoren	
TL1, TL2 Lasttransistoren	
x5, x6 Knotenpunkte	

Patentansprüche

1. Bandgap-Referenzspannungsquelle mit einem insbesondere zur Temperaturkompensation vorgesehenen Operationsverstärker (OP), wobei der Operationsverstärker eine erste Eingangsstufe (TE1, TL1), an der das Potential eines ersten Knotenpunktes (x5) abgreifbar ist, und eine zweite Eingangsstufe (TE2, TL2), an der das Potential eines zweiten Knotenpunktes (x6) abgreifbar ist, aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß die erste und die zweite Eingangsstufe ein Ausgangssignal (A) abgeben und eine Schalteinrichtung (S1 bis S4) vorgesehen ist, welche derart ausgebildet ist, daß durch deren Betätigung der ersten Eingangsstufe (TE1, TL1) abwechselnd ein erstes Eingangssignal (E1) oder ein zweites Eingangssignal (E2) zugeführt wird und der zweiten Eingangsstufe (TE2, TL2) abwechselnd das zweite Eingangssignal (E2) oder das erste Eingangssignal (E1) zugeführt wird, und/oder daß durch deren Betätigung das Ausgangssignal (A) des Operationsverstärkers wahlweise von dem ersten Knotenpunkt (x5) oder von dem zweiten Knotenpunkt (x6) abgegriffen wird.

2. Bandgap-Referenzspannungsquelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Eingangsstufe (TE1, TL1) und die zweite Eingangsstufe (TE2, TL2) derart aufgebaut sind, daß sich an den jeweiligen Knotenpunkten (x5, x6) im fehler- und störungsfreien Zustand bei identischen Eingangssignalen (E1, E2) die selben Potentiale und/oder Potentialverläufe einstellen.

3. Bandgap-Referenzspannungsquelle nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine Steuereinrichtung vorgesehen ist, durch welche die Schalteinrichtung (S1 bis S4) zyklisch betätigt wird.

4. Bandgap-Referenzspannungsquelle nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Takt, in welchem die Schalteinrichtung (S1 bis S4) betätigt wird, zeitlich konstant ist.

5. Bandgap-Referenzspannungsquelle nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Takt, in welchem die Schalteinrichtung (S1 bis S4) betätigt wird, ein symmetrisches Tastverhältnis aufweist.

6. Bandgap-Referenzspannungsquelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Filter vorgesehen ist, durch welches aus dem Ausgangsstufen-Eingangssignal oder aus dem Ausgangsstufen-Ausgangssignal insbesondere Schwingungen herausfilterbar sind, deren Frequenz der Umschalt-Taktfrequenz und ganzzahligen Vielfachen hiervon entspricht.

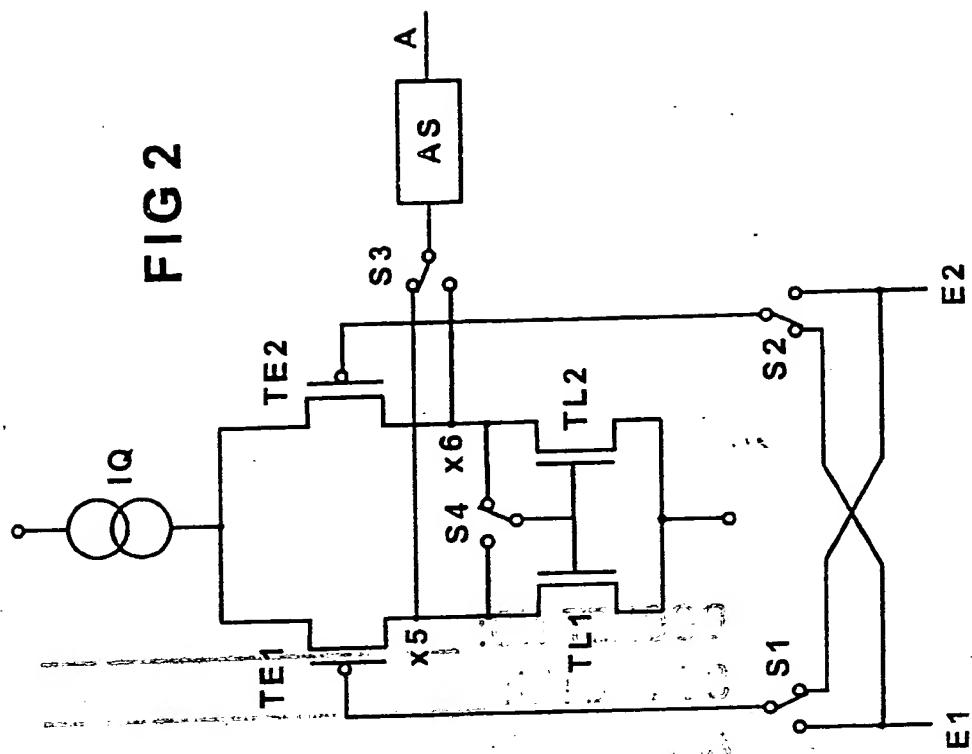
7. Verfahren zum Betreiben einer Bandgap-Referenzspannungsquelle mit einem insbesondere zur Temperaturkompensation vorgesehenen Operationsverstärker (OP), wobei der Operationsverstärker eine erste Eingangsstufe (TE1, TL1), an der das Potential eines ersten Knotenpunktes (x5) abgreifbar ist, und eine zweite Eingangsstufe (TE2, TL2), an der das Potential eines zweiten Knotenpunktes (x6) abgreifbar ist, aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß die Bandgap-Referenzspannungsquelle zyklisch zwischen zwei Zuständen hin- und hergeschaltet wird, wobei im ersten Zustand das erste Eingangssignal (E1) an die erste Eingangsstufe (TE1, TL1) angelegt wird, das zweite Eingangssignal (E2) an die zweite Eingangsstufe (TE2, TL2) angelegt wird, und/oder ein Ausgangssignal (A) der Eingangsstufe des Operationsverstärkers am zweiten Knotenpunkt (x6) abgegriffen wird, und wobei im zweiten Zustand das erste Eingangssignal (E1) an die zweite Eingangsstufe (TE2, TL2) angelegt wird, das zweite Eingangssignal (E2) an die erste Eingangsstufe (TE1, TL1) angelegt wird, und/oder das Ausgangssignal (A) am ersten Knotenpunkt (x5) abgegriffen wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

60

65

E-G 2



FIG

